

**None destructive testing of large test-pieces, especially large sheet or aerospace components, using an ultrasonic transducer array with a mounting mechanism that ensures individual transducers are aligned with the test surface**

No. Publication (Sec.) : DE10043199  
Date de publication : 2002-09-05  
Inventeur : LINGENBERG DIETER (DE); POEPPERL DIETER-NIKOLAUS (DE)  
Déposant : INTELLIGENDT SYSTEMS & SERVICE (DE)  
Numéro original : ☐ DE10043199  
No. d'enregistrement : DE20001043199 20000901  
No. de priorité : DE20001043199 20000901  
Classification IPC : G01N29/00  
Classification EC : G01N29/24  
Brevets correspondants :

---

**Abrégé**

---

Ultrasonic test head (5) for examination of a test-piece (1) has a support (33) for a number of adjacent ultrasonic transducers (25AD), that have their coupling surfaces (51A-D) coupled to the test-piece surface (3). The transducers are mounted in the support such that they can be inclined independently of each other. The mounting mechanism comprises a conical helical spring (47A-D) placed around each transducer. The mounting serves to ensure that the surface of each transducer is parallel with the surface of the test-piece.

---

Données fournies par la base d'esp@cenet - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 43 199 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**G 01 N 29/00**

21 Aktenzeichen: 100 43 199.2  
22 Anmeldetag: 1. 9. 2000  
43 Offenlegungstag: 5. 9. 2002

DE 100 43 199 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
intelligENDT Systems & Services GmbH & Co KG,  
91058 Erlangen, DE

72 Erfinder:  
Lingenberg, Dieter, 65933 Frankfurt, DE; Poepperl,  
Dieter-Nikolaus, 91074 Herzogenaurach, DE

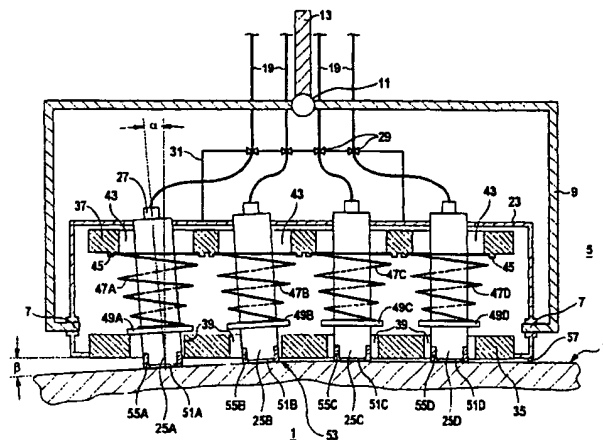
56 Entgegenhaltungen:  
DE 87 02 775 U1  
DE 73 26 627 U  
DE 73 26 591 U  
DE 69 36 300 U

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Ultraschallprüfkopf**

57 Ein Ultraschallprüfkopf (5) weist einen Träger (33) und mehrere nebeneinander angeordnete Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C und 25D) auf, die jeweils mit ihren Ankoppelflächen (51A, 51B, 51C und 51D) einer Prüflingsoberfläche (3) zuwendbar sind. Die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C und 25D) sind einzeln derart am Träger (33) gelagert, dass ihre Ankoppelflächen (51A, 51B, 51C und 51D) unabhängig voneinander neigbar sind. Der Ultraschallprüfkopf (5) weist mehrere am Träger (33) befestigte, elastisch federnde Stellelemente auf, insbesondere Spiralfedern (47A, 47B, 47C und 47D), wobei auf jeden der Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C und 25D) ein diesem zugeordnetes Stellelement derart einwirkt, dass er mit seiner Ankoppelfläche (51A, 51B, 51C und 51D) in Richtung auf die Prüflingsoberfläche (3) gedrückt ist. Die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C und 25D) sind vorzugsweise zumindest teilweise im Inneren der Spiralfedern (47A, 47B, 47C und 47D) angeordnet, die hierzu insbesondere konisch verjüngend ausgebildet sind.



DE 100 43 199 A 1

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung.

[0002] Die Erfindung betrifft einen Ultraschallprüfkopf zur Untersuchung eines Prüflings, mit einem Träger und mit mehreren nebeneinander angeordneten Ultraschallwandlern, die jeweils mit ihrer Ankoppelfläche einer Prüflingsoberfläche zuwendbar sind.

[0003] Zur zerstörungsfreien Ultraschallprüfung größerer Bauteile, z. B. bei der Blechprüfung oder bei der Prüfung von Flugzeugteilen, ist es bekannt, mehrere nebeneinander angeordnete und parallel arbeitende Ultraschallwandler zu verwenden. Dies geschieht zum einen deshalb, weil den Abmessungen der üblicherweise aus Piezokeramik gefertigten Ultraschallwandler fertigungstechnisch Grenzen gesetzt sind. Außerdem ist die Abmessung eines einzelnen Ultraschallwandlers auch begrenzt wegen der damit in Verbindung stehenden Abstrahlcharakteristik oder Divergenz.

[0004] Problematisch ist die Prüfung größerer Prüflingsoberflächen dann, falls die Prüflingsoberfläche nicht ausschließlich eben sondern auch gekrümmt oder geknickt ist. Dabei kann es dazu kommen, dass die nebeneinander in den Ultraschallprüfkopf angeordneten Ultraschallwandler unterschiedliche Abstände zur Prüflingsoberfläche, also unterschiedliche Koppelspalte, aufweisen. Außerdem kann es dazu kommen, dass die Ankoppelflächen nicht parallel zu dem jeweiligen Teil der Prüflingsoberfläche zu liegen kommen. Insbesondere falls der Ultraschallwandler – wie bei der Impuls-Echo-Technik – sowohl als Sender als auch als Empfänger fungiert, kann dadurch eine unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Ultraschallwandler resultieren, was dazu führt, dass der Prüfling lokal unterschiedlich empfindlich geprüft wird. Außerdem ist eine Amplitudenauswertung des Messsignals dann nicht mehr möglich. Bei einem großen und/oder keilförmigen Koppelspalt ist nämlich sowohl die Einkoppel- als auch die Auskoppelleffizienz von Ultraschall in bzw. aus dem Werkstück vermindert bzw. lokal verschieden. Außerdem können störende Echos auftreten, die durch die Reflexion an der Prüflingsoberfläche zustandekommen, und bei zeitaufgelöster Messung in etwa nach einer dem doppelten Laufweg durch den Koppelspalt entsprechenden Laufzeit von einer Auswertelektronik erfasst werden. Dadurch ist insbesondere die Detektion oberflächennaher Fehler erschwert.

[0005] Der genannten Problematik wird technisch durch die sogenannte Tauchtechnik begegnet. Dabei kommt ein Koppelmedium zum Einsatz, das zwischen die Ankoppelfläche der Ultraschallwandler und die Prüflingsoberfläche eingebracht wird. Dieses Koppelmedium weist eine geringere Dämpfung als Luft auf, so dass sich eine Verminderung oder Erhöhung des Koppelspalts nur geringfügig auf die Messempfindlichkeit oder die Amplitudenauswertung auswirkt. Außerdem kann mit einem solchen Ankoppelmedium eine Impedanzanpassung durchgeführt werden, so dass nur im geringen Masse störende Echos durch Reflexion an der Prüflingsoberfläche entstehen.

[0006] Die Tauchtechnik ist jedoch technisch aufwendig, da das Koppelmedium, in der Regel Wasser oder ein Öl, ständig umgewälzt werden muss. Diese Vorgehensweise ist besonders aufwendig.

[0007] Falls die Tauchtechnik nicht angewendet wird, müssen bekannte Ultraschallprüfköpfe zur Prüfung größerer Bauteile per Hand geführt werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ultraschallprüfkopf anzugeben, mit dem auch ohne Anwendung der Tauchtechnik größerer Bauteile mit nicht ebenen Prüfflächen zuverlässig und mit entlang einer Prüfspur wei-

testgehend gleichbleibender Empfindlichkeit prüfbar sind.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem Ultraschallprüfkopf der eingangs genannten Art gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass die Ultraschallwandler derart einzeln an dem Träger gelagert sind, dass ihre Ankoppelflächen unabhängig voneinander neigbar sind, und dadurch, dass mehrere am Träger befestigte elastisch federnde Stellelemente vorhanden sind, wobei auf jeden der Ultraschallwandler ein diesem zugeordnetes Stellelement derart einwirkt, dass er mit seiner Ankoppelfläche in Richtung auf die Prüflingsoberfläche gedrückt ist.

[0010] Ein solcher Ultraschallprüfkopf hat den Vorteil, dass sich seine Ultraschallwandler bei An- oder Auflegen an bzw. auf eine Prüflingsoberfläche selbsttätig derart ausrichten, dass jede der Ankoppelflächen parallel zum gegenüber liegenden Ausschnitt der Prüflingsoberfläche orientiert ist. Außerdem ist die jeweilige Ankoppelfläche durch Einwirkung der Stellelemente selbsttätig gegen die Prüflingsoberfläche gedrückt, so dass ein Koppelspalt annähernd konstanter Breite gewährleistet ist.

[0011] Der Ultraschallprüfkopf kann seinerseits kardinalisch an einem Manipulatorarm befestigt sein, der – z. B. gesteuert von einer Antriebseinheit – den Ultraschallprüfkopf entlang einer gewünschten Prüfspur auf der Prüflingsoberfläche bewegt. Dadurch, dass die Ultraschallwandler durch ihr Stellelement auf die Prüflingsoberfläche gedrückt sind, und dadurch, dass die einzelnen Ultraschallwandler auch unabhängig voneinander neigbar sind, stellen sich die einzelnen Ultraschallwandler jeweils automatisch auf die ihnen gegenüber liegende Prüflingsoberfläche ein, indem sie sich neigen.

[0012] Bei den Stellelementen kann es sich um ein beliebiges elastisch federndes Element handeln, z. B. um einen zylindergeführten Hydraulikkolben, um einen Voll- oder Hohlkörper aus einem weichen, elastischen Material, z. B. Gummi, oder um eine Metallfeder.

[0013] Nach einer bevorzugten Ausführungsform sind die Stellelemente Spiralfedern.

[0014] Dabei sind die Ultraschallwandler vorzugsweise zumindest teilweise im Inneren der Spiralfedern angeordnet. Daraus ist eine besonders kompakte und zugleich einfache Bauform des Ultraschallprüfkopfs gegeben.

[0015] Nach einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform weisen die Spiralfedern einen sich verjüngenden Innendurchmesser auf und die Spiralfedern sind beispielsweise konisch geformt. Dabei greifen die Spiralfedern insbesondere an ihrer schmalsten Stelle an den Ultraschallwandlern an. Über einen optionalen Vorsprung an der schmalsten Stelle ist dann jene Kraft auf die Ultraschallwandler übertragbar, welche sie mit ihrer Ankoppelfläche in Richtung auf die Prüflingsoberfläche drückt.

[0016] Dabei ist es von besonderem Vorteil, falls der Innendurchmesser der Spiralfeder an ihrer schmalsten Stelle dem Außendurchmesser des zugeordneten Ultraschallwandlers entspricht. Damit ist nämlich zusätzlich zu dem Drücken in Richtung Prüflingsoberfläche gewährleistet, dass der Ultraschallwandler lateral bezüglich dieser Drückrichtung stabil gehalten ist.

[0017] Nach einer anderen vorzugsweisen Ausführungsform weisen die Ultraschallwandler jeweils ankoppelseitig einen Abstandshalter auf, durch den ein Koppelspalt zwischen der Ankoppelfläche und der Prüflingsoberfläche vorgebar ist. Im Zusammenwirken mit den Stellelementen ist dadurch gewährleistet, dass sich unabhängig von der lokalen Neigung oder Krümmung der Prüflingsoberfläche der Koppelspalt an jeder Stelle etwa gleich groß oder breit einstellt.

[0018] Vorzugsweise umfasst der Träger des Ultraschall-

prüfkopfs eine Grundplatte mit Öffnungen, durch die hindurch die Ultraschallwandler geführt sind. Die Grundplatte ist dem Prüfling zuwendbar. Die Ankoppelflächen der Ultraschallwandler können dann aus den Öffnungen herausragen und so mit dem Prüfling in Kontakt gebracht werden.

[0019] Bevorzugt weisen die Ultraschallwandler einen die jeweilige Öffnung der Grundplatte überragenden Überstand auf. Dadurch ist gewährleistet, dass die Ultraschallwandler nicht aus der Grundplatte herausfallen oder durch sie hindurch gedrückt werden.

[0020] Vorzugsweise sind im nicht am Prüfling an- oder aufliegenden Zustand die Ultraschallwandler infolge der Einwirkung ihres Stellelements mit ihren Überstand gegen die Grundplatte gedrückt. Der genannte Zustand stellt somit eine Art Ruhezustand oder Ausgangszustand dar. In diesem Zustand können die Ankoppelflächen der Ultraschallwandler beispielsweise alle den gleichen Abstand bezüglich der Grundplatte aufweisen. Erst bei An- oder Aufliegen des Ultraschallprüfkopfs auf den Prüfling werden dann die Ultraschallwandler – bedingt durch die Gewichtskraft des Ultraschallprüfkopfs und/oder eine extern erzeugte Anpresskraft mit ihrem Überstand von der Grundplatte abgehoben oder weggedrückt. Falls die Prüflingsoberfläche nicht eben ist, werden die Überstände der einzelnen Ultraschallwandler unterschiedlich weit von der Grundplatte abgehoben, so dass sich bei allen Ultraschallwandlern ein in etwa gleich großer Koppelspalt einstellt.

[0021] Vorzugsweise sind außerdem im nicht am Prüfling an- oder aufliegenden Zustand die Ankoppelflächen der Ultraschallwandler parallel zur Grundplatte orientiert. Ausgehend von diesem Ruhezustand neigen sich die Ultraschallwandler dann selbsttätig um einen vorgebbaren maximalen Neigungswinkel.

[0022] Der Ultraschallprüfkopf nach der Erfindung ist besonders zur automatisierten Prüfung großer Werkstücke mit nicht ebenen Oberflächen geeignet. Der Ultraschallprüfkopf steht daher bevorzugt über einen Manipulatorarm mit einer Antriebs- und Steuereinheit in Verbindung. Zur Auswertung der erzeugten Ultraschallprüfsignale kann eine mit dem Ultraschallprüfkopf in Verbindung stehende Auswerteeinheit vorhanden sein.

[0023] Ein Ausführungsbeispiel eines Ultraschallprüfkopfs nach der Erfindung wird nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigen:

[0024] Fig. 1 in einer schematischen Gesamtansicht einen an einem Manipulatorarm aufgehängten Ultraschallprüfkopf nach der Erfindung bei der Prüfung eines Prüflings,

[0025] Fig. 2 den Ultraschallprüfkopf der Fig. 1 in einem ebenen Bereich der Prüflingsoberfläche, und

[0026] Fig. 3 den Ultraschallprüfkopf der Fig. 1 in einem nicht ebenen Bereich der Prüflingsoberfläche.

[0027] Fig. 1 zeigt einen Prüfling 1 mit einer nicht ebenen, gekrümmten Prüflingsoberfläche 3, die von einem Ultraschallprüfkopf 5 nach der Erfindung abgetastet wird. Der Ultraschallprüfkopf 5 ist mittels Gelenken 7 an einem Haltebügel 9 kardanisch aufgehängt. Der Haltebügel 9 steht seinerseits über ein Gelenk 11 mit einem zweigliedrigen Manipulatorarm 13 in Verbindung, der ein Mittengelenk 15 aufweist. Der Manipulatorarm 13 ist schwenkbar an einer mobilen Antriebs- und Steuereinheit 17 befestigt. Über eine Leitung 19 steht der Ultraschallprüfkopf 5 mit einer Auswerteeinheit 21 in Verbindung, der ein nicht explizit dargestellter Monitor zur Anzeige der Ultraschallprüfergebnisse zugeordnet ist.

[0028] Fig. 2 zeigt den Ultraschallprüfkopf der Fig. 1 in einer vergrößerten Darstellung im Detail. Ein Gehäuse 23 steht mit den der kardanischen Aufhängung dienenden Gelenken 7 in Verbindung. Im Gehäuse 23 und zum Teil dar-

über hinaus ragend sind vier im wesentlichen zylinderförmige Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D angeordnet. In Kabelverbindungen 27 an den Ultraschallwandlern 25A, 25B, 25C, 25D münden entsprechende durch die Leitung 19 geführte Kabel. Die einzelnen Kabel sind mittels Justierklemmen 29 an einen Bügel 31 fixiert, der mit dem Gehäuse 23 verbunden ist.

[0029] Im Gehäuse 23 und mit diesem verbunden ist ein Träger 33 angeordnet, der eine Grundplatte 35 sowie eine parallel dazu beabstandete Deckplatte 37 aufweist. In der Deckplatte 37 sind vier kleine Öffnungen oder Bohrungen 39 vorhanden, durch die hindurch die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D gesteckt sind. In der Deckplatte 37 sind vier größere Öffnungen 43 vorhanden, die in einer Draufsicht 41 auf den Prüfling 1 mit den kleinen Öffnungen 39 überlappen. Durch die größeren Öffnungen 43 hindurch sind die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D geführt.

[0030] Jeweils eingepasst in Ringvorsprünge 45 an der dem Prüfling 1 zugewandten Unterseite der Deckplatte 37 sind Spiralfedern 47A, 47B, 47C, 47D angeordnet, die sich bezüglich ihres Innendurchmessers zur Grundplatte 35 und zum Prüfling 1 hin konisch verjüngen. Jeder dieser Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D ist einer der vier Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C bzw. 25D zugeordnet, der im Inneren der zugehörigen Spiralfeder 47A, 47B, 47C bzw. 47D angeordnet ist. Die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D weisen jeweils einen, insbesondere ringförmigen, Vorsprung oder Überstand 49A, 49B, 49C bzw. 49D auf, an denen die Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D mit ihrem unteren Grenzring aufliegen. An dieser Stelle weisen die Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D auch ihren geringsten Innendurchmesser auf, der in etwa dem Außendurchmesser der Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C bzw. 25D entspricht, so dass die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D gegen seitliches Verrutschen gesichert und durch die Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D geführt sind. Der Durchmesser der Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D beträgt ca. 6,3 mm.

[0031] Die Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D wirken über den jeweiligen Vorsprung 49A, 49B, 49C und 49D auf den jeweiligen Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D derart ein, dass dieser mit seiner Ankoppelfläche 51A, 51B, 51C bzw. 51D in Richtung auf die Prüflingsoberfläche 3 gedrückt ist. In einem vom Prüfling 1 abgehobenen Zustand liegen dabei die Überstände 49A, 49B, 49C und 49D auf der Grundplatte 35 auf (nicht gezeichnet).

[0032] Bei An- oder Aufliegen des Ultraschallprüfkopfs 5 auf den Prüfling 1 werden die Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D – wie in Fig. 2 dargestellt – gestaucht, so dass die Überstände oder Vorsprünge 49A, 49B, 49C und 49D von der Grundplatte 35 abgehoben werden. Das Ausmaß dieses Abhebens stellt sich dabei selbsttätig in Abhängigkeit einer gegebenenfalls vorhandenen Krümmung der Prüflingsoberfläche 3 ein.

[0033] Dies ist in Fig. 3 veranschaulicht. Darin ist der Ultraschallprüfkopf 5 der Fig. 1 und 2 an einer Position auf der Prüflingsoberfläche 3 gezeichnet, an der diese an einer Stelle 53 einen Knick aufweist. Die linksseitig des Knicks 53 zur Auflage kommenden Ultraschallwandler 25A, 25B ragen infolge der von ihren Spiralfedern 47A bzw. 47B erzeugten Vorspannung weiter durch die Öffnungen 39 in der Grundplatte 35 hinaus.

[0034] Infolge der konischen Ausbildung der Spiralfedern 47A, 47B, 47C und 47D können sich die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D außerdem innerhalb der Spiralfedern neigen. Um diese Neigung zu ermöglichen, ist außerdem der Durchmesser der Öffnungen 43 in der Deckplatte

37 entsprechend groß gewählt. Wegen des Vorhandenseins dieses Freiheitsgrads justieren sich die links des Knicks 53 zur Auflage kommenden Ultraschallwandler 25A, 25B automatisch senkrecht bezüglich des links des Knicks 53 gelegenen Bereichs der Prüflingsoberfläche 3. Mit anderen Worten: Ihre Ankoppelflächen 51A bzw. 51B stellen sich selbsttätig parallel zur Prüflingsoberfläche 3, wie dies auch bei den rechts des Knicks 53 zur Auflage kommenden Ultraschallwandlern 25C und 25D ohnehin der Fall ist. Der Neigungswinkel  $\alpha$  des links außengelegenen Ultraschallwandlers 25A ist explizit eingezeichnet. Er entspricht in etwa den Knickwinkel  $\beta$  der Prüflingsoberfläche 3. Die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D sind bis zu einem Neigungswinkel  $\alpha$  von maximal 12° neigbar.

[0035] Die Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D, die jeweils ein Gehäuse und einen piezoelektrischen Körper umfassen, weisen ankoppelseitig jeweils einen ringförmigen Abstandshalter 55A, 55B, 55C bzw. 55D auf, welcher die jeweilige Ankoppelfläche 51A, 51B, 51C und 51D ringförmig umschließt. Die als Verschleißring ausgebildeten Abstandshalter 55A, 55B, 55C und 55D ragen geringfügig über die Ankoppelflächen 51A, 51B, 51C und 51D hinaus. Durch dieses Hinausragen ist eine Prüfspaltbreite S eines Koppelspalts 57 vorgegeben.

[0036] Die Prüfspaltbreite S beträgt etwa 0,5 bis 1 mm und ist für alle Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D gleich, so dass eine gleichförmige Arbeitsweise gegeben ist. In Verbindung mit den als Stellelementen fungierenden Spiralfedern 47A, 47B, 47C, 47D ist gewährleistet, dass für jeden Ultraschallwandler 25A, 25B, 25C und 25D die Einkoppel- und Auskoppel-effizienz gleich groß und somit auch die Empfindlichkeit eines jeden Ultraschallwandlers gleich groß ist, und zwar weitgehend unabhängig von einer Krümmung oder einem Knick der Prüflingsoberfläche 3.

#### Patentansprüche

1. Ultraschallprüfkopf (5) zur Untersuchung eines Prüflings (1), mit einem Träger (33) und mit mehreren nebeneinander angeordneten Ultraschallwandlern (25A, 25B, 25C, 25D), die jeweils mit ihrer Ankoppelfläche (51A, 51B, 51C, 51D) einer Prüflingsoberfläche (3) zuwendbar sind **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) derart einzeln an dem Träger (33) gelagert sind, dass ihre Ankoppelflächen (51A, 51B, 51C, 51D) unabhängig voneinander neigbar sind, und dadurch, dass mehrere am Träger (33) befestigte, elastisch federnde Stellelemente vorhanden sind, wobei auf jeden der Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) ein diesem zugeordnetes Stellelement derart einwirkt, dass er mit seiner Ankoppelfläche (51A, 51B, 51C, 51D) in Richtung auf die Prüflingsoberfläche (3) gedrückt ist.

2. Ultraschallprüfkopf (5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellelemente Spiralfedern (47A, 47B, 47C, 47D) sind.

3. Ultraschallprüfkopf (5) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) zumindest teilweise im Inneren der Spiralfedern (47A, 47B, 47C, 47D) angeordnet sind.

4. Ultraschallprüfkopf (5) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiralfedern (47A, 47B, 47C, 47D) einen sich verjüngenden Innendurchmesser aufweisen, und insbesondere an ihrer schmalsten Stelle an den Ultraschallwandlern (25A, 25B, 25C, 25D) angreifen.

5. Ultraschallprüfkopf (5) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser der Spiral-

feder (47A, 47B, 47C, 47D) an ihrer schmalsten Stelle dem Außendurchmesser des zugeordneten Ultraschallwandlers (25A, 25B, 25C, 25D) entspricht.

6. Ultraschallprüfkopf (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) jeweils ankoppelseitig einen Abstandshalter (55A, 55B, 55C, 55D) aufweisen, durch den ein Koppelspalt (57) zwischen der Ankoppelfläche (51A, 51B, 51C, 51D) und der Prüflingsoberfläche (3) vorgebbbar ist.

7. Ultraschallprüfkopf (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger eine Grundplatte (35) mit Öffnungen (39) umfasst, durch die hindurch die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) geführt sind.

8. Ultraschallprüfkopf (5) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) einen die jeweilige Öffnung (39) in der Grundplatte (35) überragenden Überstand (49A, 49B, 49C, 49D) aufweisen.

9. Ultraschallprüfkopf (5) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im nicht am Prüfling (1) an- oder aufliegenden Zustand die Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) infolge der Einwirkung ihres Stellelements mit ihrem Überstand (49A, 49B, 49C, 49D) gegen die Grundplatte (35) gedrückt sind.

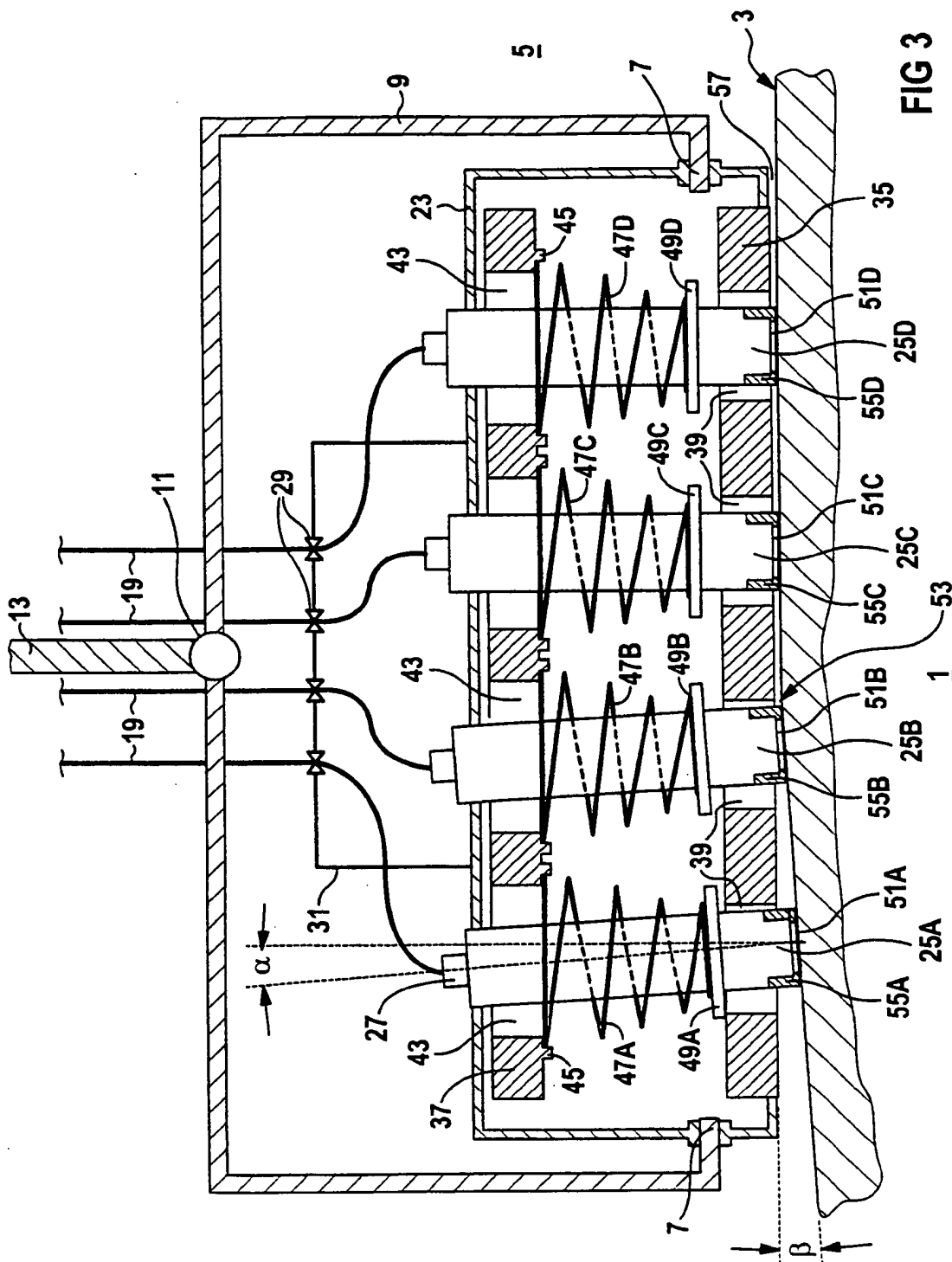
10. Ultraschallprüfkopf (5) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass im nicht am Prüfling (1) an- oder aufliegenden Zustand die Ankoppelflächen (51A, 51B, 51C, 51D) der Ultraschallwandler (25A, 25B, 25C, 25D) parallel zur Grundplatte (35) orientiert sind.

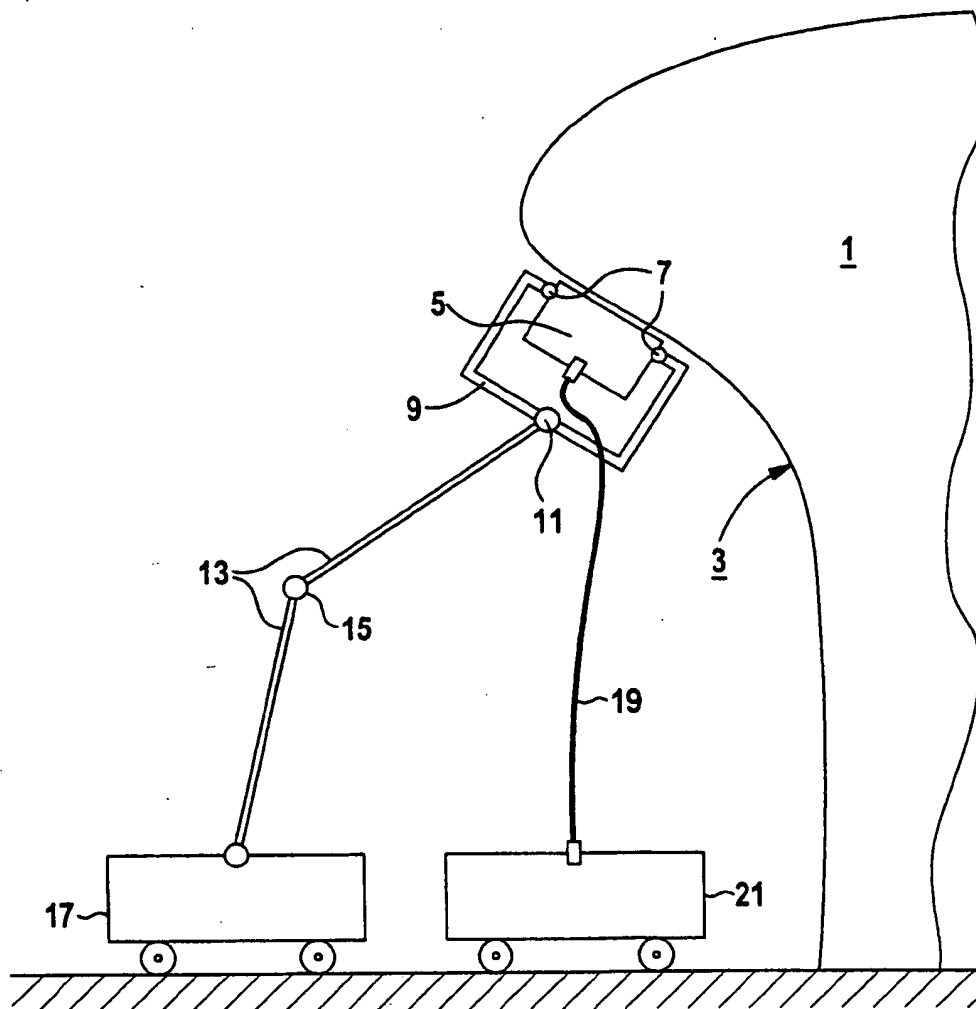
---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -





**FIG 1**



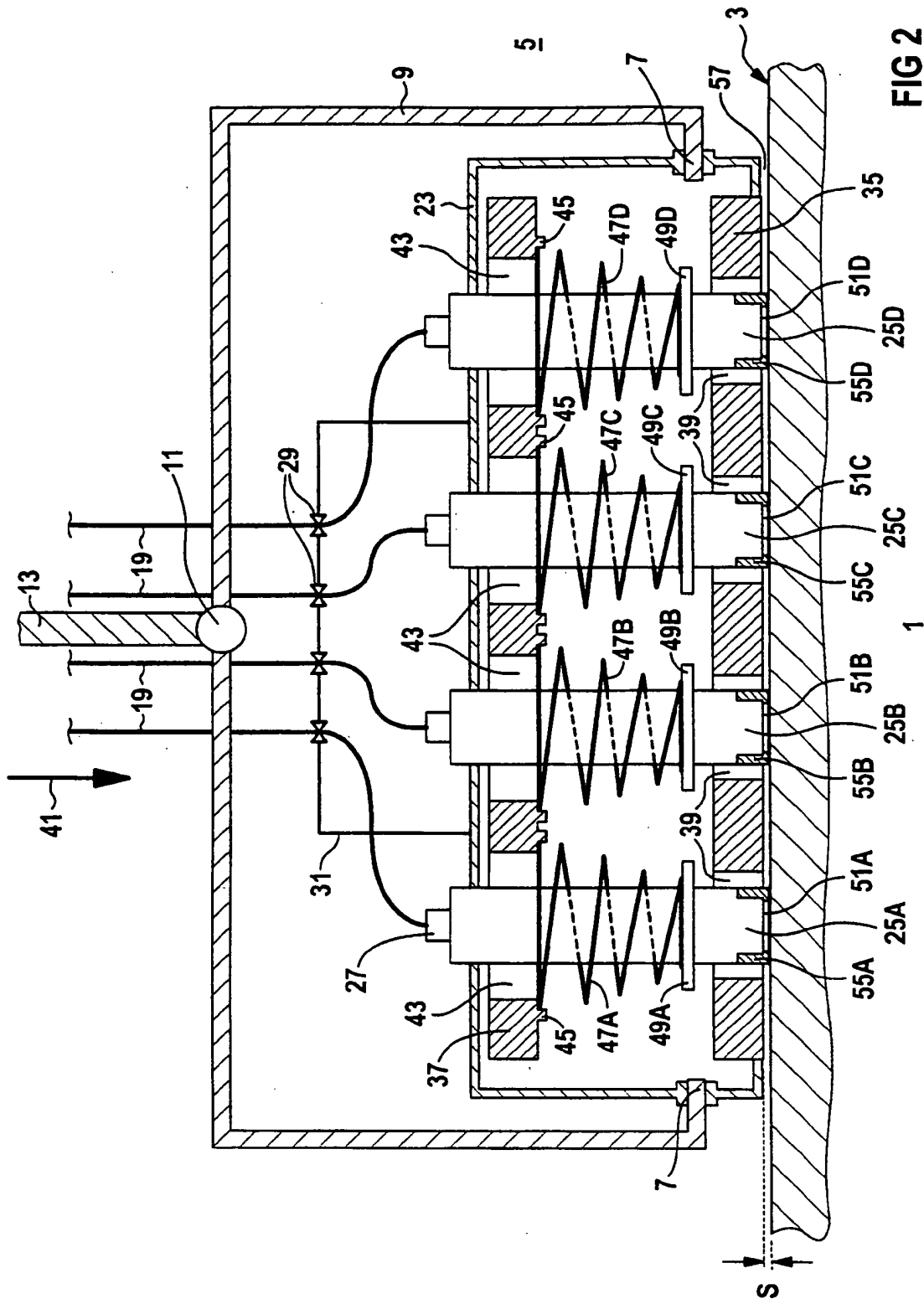


FIG 2